

Knee immobilization : techniques and evaluation

Citation for published version (APA):

Veldhuizen, J. W. (1995). *Knee immobilization : techniques and evaluation*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.19950609jv>

Document status and date:

Published: 01/01/1995

DOI:

[10.26481/dis.19950609jv](https://doi.org/10.26481/dis.19950609jv)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Chapter 8

Summary and conclusions

Cast-immobilization is frequently applied in the treatment of knee injuries. The indications and consequences of immobilization are discussed in **chapter 1**. To avoid muscle atrophy treatment schedules are adjusted towards shorter periods of immobilization. After that the joint is protected by stabilization techniques. The results of these early functional treatment regimens are promising. In the development of the early functional treatment regimens it is important to know, what the influence of immobilization and these stabilization techniques is on thigh muscle atrophy. The present study quantifies the effects of immobilization and stabilization on the thigh muscles. We used functional tests and isokinetic strength measurements to evaluate the effects on performance. A test protocol to measure the maximal aerobic power of the quadriceps is introduced for the evaluation of the endurance capacity of the quadriceps muscles. Finally the results are reported of a follow-up study of an early-functional treatment regimen in patients suffering a serious knee ligament injury.

The test protocol to measure the maximal aerobic power of the quadriceps as a parameter of the endurance capacity is introduced and evaluated in **chapter 2**. The test consists of a stepwise increase in exercise on an isokinetic dynamometer until exhaustion. The reproducibility of the test is fairly good (test-retest correlation $r=0.82$). The test is especially suitable for use in rehabilitation settings, comparing the injured leg with the uninjured leg (left-right correlation $r=0.94$). Finally recommendations are made for practical application of the test. The effects on thigh muscle performance of two stabilization techniques (functional knee brace and cast-brace), and cast-immobilization are described in **chapters 3-5**. The tests were performed on healthy subjects in order to rule out the interfering effects of injury, and to make pre- and post-application comparisons. The period of application was four weeks in all three studies. The functional knee brace (Push Brace 'Heavy'[®]) impaired performance slightly on the first day of application (Table 1). This effect diminished after familiarization, and after removal of the brace all tests results returned to their base

Table 1: Findings at the tests during and after 4 weeks of application (= no significant changes; ↓ and ↑ significant decrease, respectively increase as compared with base values; np not performed).

	during	after
<i>knee brace</i>		
muscle strength	9% ↓	=
submax treadmill exercise (HR,VO ₂ ,PLa)	=	HR 6%↓
maximal running speed	6% ↓	=
60 m dash	4% ↓	=
jump height	=	=
<i>cast-brace</i>		
muscle strength	np	=
submax horizontal treadmill running	np	=
maximal running speed	np	=
60 m dash	np	=
jump height	np	=
submax uphill walk test	VO ₂ 9% ↑ HR 7% ↑	= =
<i>cast-immobilization</i>		
muscle strength	np	quadriceps 53% ↓ hamstrings 27% ↓
maximal aerobic power	np	quadriceps 21% ↓
one-leg-cycling	np	=
quadriceps circumference	np	21% ↓
muscle fiber diameter	np	quadriceps 16% ↓

values. The conclusion was that the brace did not affect performance. Application of a cast-brace (weight approximately 1 kg) resulted in an increased energy expenditure as determined in a progressive uphill walk test on the treadmill (Table 1). Oxygen uptake (VO₂) and heart rate (HR) rose by 9%, and 7%, respectively. VO₂ decreased after four weeks of cast-brace application, but remained slightly elevated (4%). After removal of the cast-brace no negative consequences of the application were observed during the exercise tests. According to expectation cast-immobilization resulted in a measurable muscle atrophy. The mean decreases in quadriceps circumference and muscle fiber diameter were 21% and 16%. Muscle strength decreased considerably more than the morphological parameters (Table 1). The decline of the maximal aerobic power indicated that the endurance capacity of the quadriceps had decreased.

In **chapter 6** the results of the treatment of grade III Medial Collateral Ligament (MCL) ruptures are evaluated, isolated (n=8), or with concomitant Anterior Cruciate Ligament rupture (n=7). The initial treatment consisted of limited surgical treatment with reconstruction of the ruptured ligaments and reinforcement of the MCL by

means of a semitendinosus transfer. The purpose of the semitendinosus transfer was to increase stability, enabling early functional training. Postoperatively a splint was applied for two weeks, followed by 4-12 weeks of cast-brace application to protect the joint. At follow-up 14 of the 15 patients had good to excellent results as graded by the Marshall score and muscle strength testing of hamstrings and quadriceps.

Conclusions

Isokinetic muscle strength and endurance tests are the most sensitive parameters for the evaluation of the functional status of the thigh muscles after injury or immobilization. From these tests we learn that cast-immobilization gives rise to a fast and dramatic deterioration of thigh muscle performance. The extent of the observed deterioration makes it clear that immobilization is the key factor in the development of posttraumatic immobility-induced muscle atrophy. Thigh muscle performance is not impaired by stabilization of the knee allowing weight bearing and movement. This leads to the conclusion that, considering the type of injury and the individual patient, immobilization should be replaced by stabilization to enable early functional treatment. This allows an active treatment of posttraumatic immobility-induced atrophy.

Chapter 9

Samenvatting en conclusies

Gipsimmobilisatie wordt veelvuldig toegepast bij de behandeling van knieletsels. In **hoofdstuk 1** worden de indicaties en de gevolgen van immobilisatie besproken. Gezien het ontstaan van spieratrofie wordt er steeds meer overgegaan tot kortdurende immobilisatie gevolgd door toepassing van stabiliserende technieken. De resultaten van deze vroeg-functionele behandelingen zijn hoopvol. Voor de verdere ontwikkeling van dergelijke behandelingsprotocollen en voor de invulling van het nabehandelingsschema is het belangrijk te weten in hoeverre deze immobiliserende en stabiliserende technieken bijdragen tot het ontstaan van spieratrofie. Dit kwantificerend onderzoek is het onderwerp van dit proefschrift. Bij de evaluatie van de drie onderzochte immobilisatie en stabilisatie technieken hebben wij gebruik gemaakt van functionele metingen van het prestatievermogen. Dit zijn bestaande testen uit de sport en de sportmedische praktijk en een isokinetische spierkrachtmeting. Om de gevolgen voor het uithoudingsvermogen van de geïmmobiliseerde spieren te kunnen meten, hebben we een protocol ontwikkeld voor de bepaling van het maximale aerobe vermogen van de quadriceps. Tenslotte wordt verslag gedaan van een follow-up onderzoek van een vroeg-functionele behandeling van patiënten die een ernstig knieletsel hebben doorgemaakt.

In **hoofdstuk 2** wordt een protocol beschreven en geëvalueerd om het maximale aerobe vermogen van de quadriceps te meten. Het protocol bestaat uit een stapsgewijs oplopende belasting op een isokinetische dynamometer tot opgave. De beschreven test blijkt reproduceerbaar te zijn (test- hertest correlatie $r=0,82$) en is vooral bruikbaar voor links-rechts vergelijking (links- rechts correlatie $r=0,94$). Tot slot worden er aanbevelingen gedaan voor uitvoering van de test en voor toepassing in de revalidatie.

In de **hoofdstukken 3 tot en met 5** worden de effecten van een tweetal stabiliserende technieken en van volledige immobilisatie op de prestatie van de bovenbeensmusculatuur geëvalueerd. De testen zijn steeds gedaan bij gezonde proefpersonen om

Tabel 1: Voornaamste bevindingen van metingen tijdens en na 4 weken interventie.(= geen significante veranderingen ten opzichte van uitgangswaardes, ↓ en ↑ significante daling respectievelijk stijging ten opzichte van de uitgangswaardes, nv niet verricht)

	tijdens	na
<i>kniebrace</i>		
spierkracht	9% ↓	=
loopband submax (HR,VO ₂ ,PLa)	=	HR 6% ↓
maximale loopsnelheid	6% ↓	=
60 m sprint	4% ↓	=
sprong hoogte	=	=
<i>scharniergips</i>		
spierkracht	nv	=
loopband horizontaal submax	nv	=
maximale loopsnelheid	nv	=
60 m sprint	nv	=
sprong hoogte	nv	=
loopband stijgend submax	VO ₂ 9% ↑ HR 7% ↑	= =
<i>bovenbeensgips</i>		
spierkracht	nv	quadiceps 53% ↓ hamstrings 27% ↓ quadiceps 21% ↓
maximaal aeroboom vermogen	nv	=
one-leg-cycling	nv	=
quadicepsomvang	nv	21% ↓
spiervezel diameter	nv	quadiceps 16% ↓

voor- en nametingen te kunnen verrichten en om bias door letsel te vermijden. De interventie periode was steeds 4 weken.

De functionele kniebrace (Push Brace 'Heavy'®) blijkt in de eerste periode na het aanleggen een licht negatieve invloed te hebben op de prestatie (Tabel 1). Na gewenning is dit effect verdwenen en na afloop van de interventie periode blijkt bij metingen zonder brace, dat er geen nadelige gevolgen zijn van het dragen.

Het dragen van een scharniergips met een gewicht van 1 kg kost extra energie, zoals blijkt tijdens een stijgend loopband onderzoek (Tabel 1). De zuurstofopname (VO₂) en de hartslag (HR) zijn 9% en 7% gestegen. Na enkele weken neemt dit effect weer wat af en is de VO₂ tijdens belasten nog slechts 4% gestegen. Na afname van het scharniergips zijn er geen nadelige gevolgen meer te meten.

Het dragen van een bovenbeensgips leidt geheel volgens de verwachtingen tot spieratrofie. De quadiceps omvang en spiervezel diameter nemen 21% en 16% af. De afname van de spierkracht is nog beduidend groter dan de morfologische achteruitgang (Tabel 1). Het uithoudingsvermogen van de quadiceps verslechtert ook, zoals blijkt uit de achteruitgang van het maximale aerobe vermogen van 21%.

In **hoofdstuk 6** wordt het resultaat geëvalueerd van de behandeling van 15 patiënten met een volledige ruptuur van de mediale collaterale band (MCL; n=8), al dan niet in combinatie met een voorste kruisband ruptuur (ACL; n=7). De behandeling bestond uit een beperkte chirurgische ingreep met overhechting van de gelaedeerde structuren en een semitendinosusplastiek. Deze ingreep had tot doel om direct een zodanige stabiliteit te krijgen, dat een vroeg-functionele behandeling verder mogelijk was. Deze nabehandeling bestond uit 2 weken gipsimmobilisatie gevolgd door 4-12 weken bescherming met een scharniergips. Bij evaluatie hadden 14 van de 15 patiënten een goed of uitstekend resultaat volgens het Marshall scoringssysteem. De spierkracht van hamstrings en quadriceps was bij nacontrole goed vergeleken met het niet-aangedane been.

Conclusies

Voor de evaluatie van de status van de bovenbeensmusculatuur na een knieletsel of immobilisatie zijn isokinetische metingen van spierkracht en uithoudingsvermogen de meest gevoelige parameters. Hierbij blijkt, dat volledige immobilisatie leidt tot een snelle en dramatische achteruitgang van het prestatievermogen van de bovenbeenspieren. Uit de mate van deze achteruitgang blijkt, dat immobilisatie de belangrijkste factor is in de ontwikkeling van posttraumatische immobiliteitsatrofie. De beide stabiliserende technieken, die hier getest zijn (kniebrace en scharniergips), hebben geen nadelige invloeden op de bovenbeenspieren. Op grond hiervan moet gesteld worden, dat er bij de behandeling van knieletsels gestreefd moet worden naar vervanging van immobilisatie door stabiliserende technieken, dit met inachtnahme van het letsel en de individuele patiënt. Pas dan is een actieve bestrijding van posttraumatische immobiliteitsatrofie mogelijk.